

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-288916

(43) 公開日 平成8年(1996)11月1日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B	17/00		H 0 4 B 17/00	T
				F
H 0 3 C	3/22		H 0 3 C 3/22	B
H 0 4 B	10/00		H 0 4 B 17/02	Z
	17/02		9/00	B
審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 9 頁)				

(21) 出願番号 特願平7-85832

(22) 出願日 平成7年(1995)4月12日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 米山 賢一

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

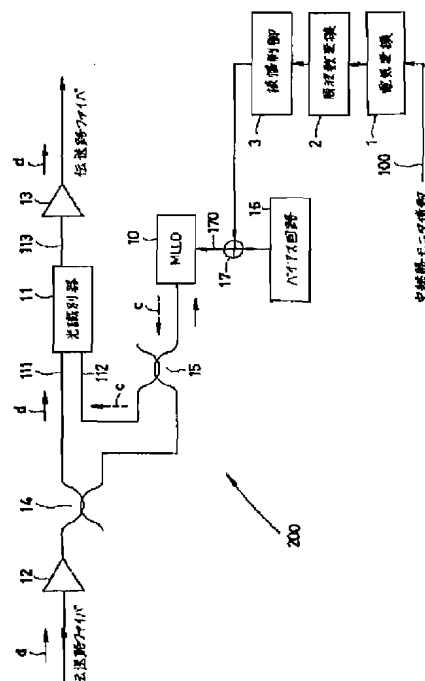
(74) 代理人 弁理士 ▲柳▼川 信

(54) 【発明の名称】 全光再生中継器の監視システム

(57) 【要約】

【目的】 光データ信号を中継する全光再生中継器を有効に監視する。

【構成】 中継器200内の各部の状態を示すモニタ情報を位相変調により光データ信号に重畳して送出する。この送出されたモニタ情報を用いて光端局装置が中継器200を監視する。光データ信号はクロック光信号を含み、このクロック光信号にモニタ情報を位相変調によって重畳する。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 光データ信号を中継する全光再生中継器についての監視システムであって、前記中継器内の各部の状態を示すモニタ情報を位相変調により前記光データ信号に重畳して送出するモニタ情報重畳手段を含み、この送出されたモニタ情報を用いて前記中継器を監視するようにしたことを特徴とする監視システム。

【請求項 2】 前記光データ信号はクロック光信号を含み、前記モニタ情報重畳手段は前記モニタ情報を位相変調により前記クロック光信号に重畳する位相変調手段を含むことを特徴とする請求項 1 記載の監視システム。

【請求項 3】 前記中継器は、前記光データ信号から前記クロック光信号を生成する生成手段と、この生成されたクロック光信号を用いて前記光データ信号を識別再生する識別再生手段と、を含み、

前記モニタ情報重畳手段は、前記モニタ情報を位相変調により前記クロック光信号に重畳する位相変調手段を含むことを特徴とする請求項 1 記載の監視システム。

【請求項 4】 前記位相変調手段は、前記クロック光信号を出力するモード同期レーザダイオードと、前記モニタ情報の内容に応じて前記レーザダイオードへのバイアス信号の繰返し周波数を変化制御する制御手段とを含むことを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の監視システム。

【請求項 5】 前記制御手段は、前記モニタ情報の内容に応じた繰返し周波数を有する制御信号を発生する発生手段を含み、前記制御信号に応じて前記バイアス信号の繰返し周波数を変化制御するようにしたことを特徴とする請求項 4 記載の監視システム。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は監視システムに関し、特に光海底中継器についての監視システムに関する。

**【0002】**

【従来の技術】 一般に、光海底中継器は海底に設置した状態で長時間原則無保守で使用されるため、高い信頼性が要求される。これは、一旦布設した後では、たとえ軽微な故障であっても簡単に部品を交換することはできず、ケーブルや中継器に故障があればケーブル布設船を現場に派遣し、故障部分を海底から引揚げて修理することになるので多大な時間と費用とが必要になるためである。

【0003】 光海底中継器に限らず光端局装置と光中継器とが光伝送路ファイバによって接続されて構成される光中継伝送システムにおいて、設置された光中継器の動作状態を監視することは、システムの建設及び保守の面で非常に重要である。

【0004】 図 10 は従来の光増幅中継器を使用した光中継伝送システムの主要部の構成を示すブロック図である。

【0005】 図において、従来の光増幅中継器は、中継

器内の各部の状態を示すモニタ情報 100 をその内容に応じた電圧値に変換する電気変換部 1 と、この電圧値をその電圧値に応じた値の繰返し周波数を有する電気信号に変換する周波数変換部 2 と、この周波数変換後の電気信号の振幅を制御する振幅制御部 3 とを含んで構成されている。

【0006】 また、従来の光増幅中継器は、振幅制御部 3 によって振幅制御されたモニタ信号で励起電流が振幅変調される励起光源 4 と、この光源 4 の出力光を光増幅ファイバ 5 に導くための光カプラ 6 とを含んで構成されている。

【0007】 かかる構成において、光増幅ファイバ 5 には例えばエルビウム添加光ファイバ (Erbium-Doped Fiber: EDF) を用い、この光ファイバの利得に変調を加えることにより、モニタ情報を送出するのである。なお、光カプラ 6 には、信号光と励起光とを効率良くファイバ 5 に導くため、一般に波長多重カプラ (dichroic coupler) が用いられる。

【0008】 一方、図 11 は光端局装置に内蔵された光受信機の構成を示すブロック図である。

【0009】 図において光受信機は、上述した光中継器において光信号に重畳されたモニタ信号を検出するため、伝送路ファイバからの入射光信号を電気信号に変換する光／電気変換部 7 と、この変換された電気信号から特定の周波数を検出することによりモニタ信号を抽出する周波数検出部 8 と、この抽出されたモニタ信号からモニタ情報を再生するモニタ情報再生部 9 とを含んで構成されている。

【0010】 かかる構成において、伝送路ファイバからの入射光信号には振幅変調によってモニタ信号が重畳されており、これを復調することによって中継器内の各部の状態を示すモニタ情報を得ているのである。よって、このモニタ情報を用いれば、光中継器の状態を光端局装置で監視することができるのである。

【0011】 なお、図 10 中の矢印 d はデータ信号光、矢印 r は励起光を夫々示す。

**【0012】**

【発明が解決しようとする課題】 上述した従来の監視システムは、光信号を光のまま直接増幅して中継する光増幅中継器を用いた光中継伝送システムを前提としている。

【0013】 ところで、現在、次世代の光中継伝送システムの光中継器として注目されている全光再生中継器は、光信号を光のまま波形整形及び増幅 (Reshaping)、識別再生 (Retiming)、リタイミング (Regenerating) することを特徴としている。この波形整形及び増幅並びに識別再生の 3 つの機能のうちいずれか 2 つを兼ね備えた中継器は光 2 R 中継器と呼ばれ、3 つの機能全てを有する中継器は光 3 R

中継器と呼ばれている。

【0014】これらの機能を有する光中継伝送システムでは、光信号を識別再生してしまうため、上述した従来の監視システムを採用することはできないという問題点がある。

【0015】この点について図12を参照して説明する。

【0016】同図に示されている光信号(①)に、上述した従来の監視システムを用いて振幅変調によってモニタ信号を重畳すると②の波形になる。つまり、波形②の破線部分が重畳されたモニタ信号である。

【0017】ところが、これを識別再生すると振幅が元に戻ってしまい、波形③のようにモニタ信号が消えてしまう。このため、上述した従来の監視システムを採用することはできない。

【0018】このため、上述した全光再生中継器の有効な監視システムの実現が期待されていた。

【0019】本発明は上述した従来技術の欠点を解決するためになされたものであり、その目的は全光再生中継器を有効に監視することのできる監視システムを提供することである。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明による監視システムは、光データ信号を中継する全光再生中継器についての監視システムであって、前記中継器内の各部の状態を示すモニタ情報を位相変調により前記光データ信号に重畳して送出するモニタ情報重畳手段を含み、この送出されたモニタ情報を用いて前記中継器を監視するようにしたことを特徴とする。

【0021】

【作用】全光再生中継器内の各部の状態を示すモニタ情報を位相変調により光データ信号に重畳して送出し、この送出されたモニタ情報を用いて中継器を監視する。この際、光データ信号から抽出したクロック光信号に、モニタ情報を位相変調によって重畳する。位相変調は、クロック光信号を出力するモード同期レーザダイオードを用い、モニタ情報の内容に応じてレーザダイオードへのバイアス信号の繰返し周波数を変化制御することによって行う。

【0022】

【実施例】次に、本発明について図面を参照して説明する。

【0023】図1は本発明による監視システムにおける全光再生中継器の一実施例の主要部の構成を示すブロック図であり、図10と同等部分は同一符号により示されている。なお、図1中の矢印dはデータ信号光、矢印cはクロック光を夫々示す。

【0024】図において、本発明の一実施例による監視システムにおける全光再生中継器は、中継器内の各部の状態を示すモニタ情報100をその内容に応じた電圧値

に変換する電気変換部1と、この電圧値をその電圧値に応じた値の繰返し周波数を有する電気信号に変換する周波数変換部2と、この周波数変換後の電気信号の振幅を制御する振幅制御部3とを含んで構成されている。

【0025】また、図中の全光再生中継器は、一定レベルの直流バイアス電流を出力するバイアス回路16と、この出力されるバイアス電流と振幅制御部3によって振幅制御された信号(以下、モニタ信号と呼ぶ)とをレベル加算する加算回路17と、この加算出力170によって駆動され光データ信号から光クロックを抽出して出力するモード同期レーザダイオード(MLLD: Mode Locked Laser Diode)10とを含んで構成されている。

【0026】さらにまた、図中の全光再生中継器は、光データ信号を信号処理や伝送に必要な出力レベルまで増幅する光アンプ12及び13と、光信号処理の際に光データ信号に対して光クロックを分岐又は合成する光カプラ14及び15と、光データ信号を識別再生する光識別器11とを含んで構成されている。

【0027】なお、上述した光アンプ12及び13、光カプラ14及び15並びにバイアス回路16は、全光再生中継器に本来必要な機能である。

【0028】かかる構成からなる全光再生中継器200は、図2に示されているように、光端局装置間201と202との間に複数設けられるものである。そして、各中継器におけるモニタ情報が光端局装置201又は202に送られることにより、光端局装置は遠隔地に設置されている中継器を監視することができるのである。

【0029】ここで、光識別器11は光データ信号111と光クロック112とを論理積することによって、光データ信号を識別再生する機能を有する。

【0030】この機能について図3を参照して説明する。同図には、光識別器11の入出力信号の波形が示されており、図1と同等部分は同一符号により示されている。

【0031】図3において、一般に元の光データ信号S(「0101100」)を伝送すると、図中の光データ信号111のように雑音加わった波形になる。この光データ信号111と光クロック112とが光識別器11に入力されることによって論理積され、結局図中の光データ信号113のように雑音のない波形になる。

【0032】このように、雑音で歪んだ信号を識別再生する機能を各中継器に設けておけば、遠隔地の光端局装置にも光データ信号が正しく伝送されるのである。

【0033】図1に戻り、かかる構成において、中継器内の各部の状態を示すモニタ情報100は電気変換部1において電圧値に変換され、この電圧値は周波数変換部2においてその電圧値に応じた繰返し周波数を有する電気信号に変換される。つまり、モニタ情報の内容に応じた繰返し周波数を有する電気信号が生成される。

【0034】この周波数変換部2において生成された電気信号は振幅制御部3においてその振幅が制御される。この振幅が制御された信号、すなわちモニタ信号は加算回路17においてバイアス電流とレベル加算される。

【0035】これにより、バイアス電流がモニタ信号で振幅変調される。この振幅変調された加算出力170でMLLD10を駆動することにより、MLLD10で抽出される光クロックに位相変調が施される。つまり、バイアス回路16からのバイアス電流は直流電流であるが、モニタ信号を制御信号としてバイアス電流の繰返し周波数を変化制御しているのである。

【0036】以上のように、光クロックを抽出して出力するMLLD10のバイアス電流を振幅変調すると、クロック光の繰返し周波数が変調信号であるモニタ信号の繰返し周波数に応じて周期的にずれる。この結果、MLLD10で抽出される光クロックに位相変調が施されるのである。

【0037】この位相変調波形について図4を参照して説明する。同図には正常なクロック光(①)、位相変調されたクロック光(②)、モニタ信号(③)が夫々示されている。なお、同図においては説明の都合上、繰返し周波数の周期的変化がやや大きめに示されている。

【0038】同図中の位相変調されたクロック光(②)は、期間Fにおいて正常なクロック光(①)よりも信号の遷移タイミングが少し早めである。また、クロック光(②)は、期間Dにおいて正常なクロック光(①)よりも信号の遷移タイミングが少し遅めである。例えば、正常なクロック光(①)の繰返し周波数が10[GHz]とすると、クロック光(②)の繰返し周波数は期間Fにおいて10.1[GHz]、期間Dにおいて9.9[GHz]であるものとする。そして、この繰返し周波数は周期的に変化しており、その変化に対応する波形が同図中のモニタ信号(③)である。

【0039】ここで、このモニタ信号(③)がクロック光(①)に重畳されている期間をデジタル情報の「1」に、重畳されていない期間をデジタル情報の「0」に夫々対応させれば、デジタル情報をクロック光に重畳できることがわかる。そこで、本実施例では全光再生中継器内の各部の状態を示すモニタ情報をクロック光に重畳しているのである。

【0040】そして、このモニタ信号が重畳されたクロック光を光識別器11において光データ信号111と論理積することによって、光データ信号が遠隔地の光端局装置に正しく伝送されるのである。光端局装置では光データ信号からモニタ情報を復調すれば良い。この復調には、例えば論理積回路を用い、正常なクロック光と比較すれば良い。つまり、伝送された光データ信号を正常なクロック光で検出処理すれば、同図中のモニタ信号(③)が得られるのである。

【0041】なお、モニタ情報の内容は、例えば中継器

を特定するための識別情報、モニタ対象(監視の対象)を特定するための情報、モニタ対象自体の状態を示す情報等が含まれているものとする。モニタ対象は、例えばMLLDへのバイアス電流値、光アンプ12への入力信号、光アンプ13の出力信号、両光アンプ12及び13の内部信号等が考えられる。

【0042】さらに、図5を参照して説明する。

【0043】同図には図4①、②に示されているクロック光を用いて光識別器11において識別再生した後の光データ信号が示されている。また、同図にはデータ信号に位相変調を施さない場合の波形図(a)と施した場合の波形図(b)と、さらにこれらをアイパターンで表した図(c)、(d)とが示されている。

【0044】同図(a)に示されているように、位相変調が施されていないデータ信号はそのクロックの繰返し周波数は一定である。これを光信号のアイパターンで見ると、同図(c)のように光信号波形にはジッタがない。

【0045】これに対し、同図(b)に示されているように、位相変調が施されたデータ信号はそのクロックの繰返し周波数が周期的に変化するため、信号光パルス間隔の粗密が繰返される。これを光信号のアイパターンで見ると、同図(d)のように光信号波形に矢印Jのようなジッタ(jitter)が重畳されているように見える。このジッタにおける変化の周期は、MLLD10へのバイアス電流を振幅変調している電気信号の繰返し周波数 $f_d$ [Hz]に等しく、これはすなわち図4③の周波数に等しい。

【0046】次に、周波数変換部2の内部構成例について説明する。

【0047】まず、図6に示されているように、電気変換部1においてモニタ情報100を電気信号に変換することによって得られた信号Vを電圧制御発振器(VCO; Voltage Control Oscillator)50に入力する。これによって、信号Vをその電圧値に対応した繰返し周波数 $f_d$ [Hz]を有する信号fに変換するのである。

【0048】この信号fについては、光端局装置において周波数カウンタを用いてその繰返し周波数 $f_d$ を測定することにより、元のモニタ情報に変換することができるのである。

【0049】また、図7に示されているように、モニタ情報100を電気信号に変換することによって得られた信号VをA/D変換回路60でデジタル信号に変換し、発振器62の発振出力(繰返し周波数は $f_d$ [Hz])と共にアンド回路61に入力する。例えば、図に示されているように「1010」なるデータをアンド回路61に入力すれば、信号fはデータの「1」の部分に対応する部分の波形は発振器62の発振出力と同一の波形になり、またデータの「0」の部分に対応する部分の

波形は直流波形になる。

【0050】この信号  $f$  については、光端局装置においてデジタル信号を抽出することにより、元のモニタ情報に変換することができるのである。

【0051】つまり、図 6、図 7 においては共に、モニタ情報の内容に応じた繰返し周波数を有する制御信号を発生し、この制御信号に応じてバイアス信号の繰返し周波数を变化制御しているのである。

【0052】一方、図 8 は光端局装置に内蔵された光受信機の構成を示すブロック図であり、図 11 と同等部分は同一符号により示されている。

【0053】図において光受信機は、上述した全光再生中継器において光信号に重畳されたモニタ信号を検出するため、伝送路ファイバからの位相変調されている入射光信号を復調して電気信号に変換する位相検出部 18 と、この変換された電気信号から特定の周波数を検出することによりモニタ信号を抽出する周波数検出部 8 と、この抽出されたモニタ信号からモニタ情報を再生するモニタ情報再生部 9 とを含んで構成されている。

【0054】かかる構成において、伝送路ファイバからの入射光信号には位相変調によってモニタ信号が重畳されており、これを復調することによって全光再生中継器内の各部の状態を示すモニタ情報を得ているのである。よって、このモニタ情報を用いれば、全光再生中継器の状態を光端局装置で監視することができるのである。

【0055】ここで、MLLD 10 の構成について説明する。MLLD はバイアス電流を印加しておくだけで発振し、光データ信号を入力するとその光データ信号の波形の歯抜け部分を復元して光データ信号の繰返し周波数に同期したクロック光信号を出力することができる素子であり、図 9 にその外観図が示されている。

【0056】この MLLD の構成は、電子情報通信学会技報「10GHz モノシリックモード同期半導体レーザの電気的および光学的能動制御」(LQE94-57 (1994-11) 横山他) に記載されている。

【0057】図に示されているように、MLLD 10 には接地電極 90 の他に、電極 91 及び電極 92 を含んで構成されている。図中の接地電極 90 及び電極 91 を用いて MLLD 10 に一定のバイアス電流を印加すると、一定の繰返し周波数を有するクロック光信号が得られる。このとき、電極 92 にモニタ信号に応じた交流電流を入力すれば、MLLD 10 に印加した交流電流の繰返し周波数に応じて繰返し周波数が变化するクロック光信号が得られる。この場合、クロック光信号の繰返し周波数が变化するということは、結局クロック光信号が位相変調されることになるのである。

【0058】必要であれば、接地電極 90 及び電極 92 に一定のバイアス電流を印加し、電極 91 にモニタ信号に応じた交流電流を入力しても良い。

【0059】また、MLLD によっては、より多くの電

極を有するものもあるが、その MLLD の電極に与える電流を工夫すれば、より効果的に光データ信号を位相変調することができるのである。

【0060】以上のように、本実施例ではモニタ信号を位相変調によって重畳しているが、これに限らず種々の変調方法を用いてモニタ情報を伝送することもできる。例えば、光データ信号の光自体の周波数を变化させたり、その光の偏波方向を変化させることによって、重畳する方法が考えられる。

【0061】なお、以上は海底中継器について説明したが、陸上中継器についても本発明が適用できることは明らかである。

【0062】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、モニタ情報を位相変調により光データ信号に重畳して送出することにより、遠隔地にある端局装置から全光再生中継器の状態を有効に監視することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例による監視システムにおける全光再生中継器の構成を示すブロック図である。

【図 2】本発明の実施例による監視システム全体の構成を示すブロック図である。

【図 3】図 1 中の光識別器の識別再生機能を説明するための図である。

【図 4】図 1 の全光再生中継器における位相変調波形図である。

【図 5】(a) はデータ信号に位相変調を施さない場合の光信号波形図、(b) はデータ信号に位相変調を施した場合の光信号波形図、(c) は (a) をアイパターンで表した図、(d) は (b) をアイパターンで表した図である。

【図 6】図 1 中の周波数変換部の内部構成の一例を示すブロック図である。

【図 7】図 1 中の周波数変換部の内部構成の他の例を示すブロック図である。

【図 8】本発明の実施例による監視システムにおける光端局装置の構成を示すブロック図である。

【図 9】図 1 中の MLLD の外観図である。

【図 10】従来の監視システムにおける光中継器の構成を示すブロック図である。

【図 11】従来の監視システムにおける光端局装置の構成を示すブロック図である。

【図 12】従来の監視システムの問題点を説明するための波形図である。

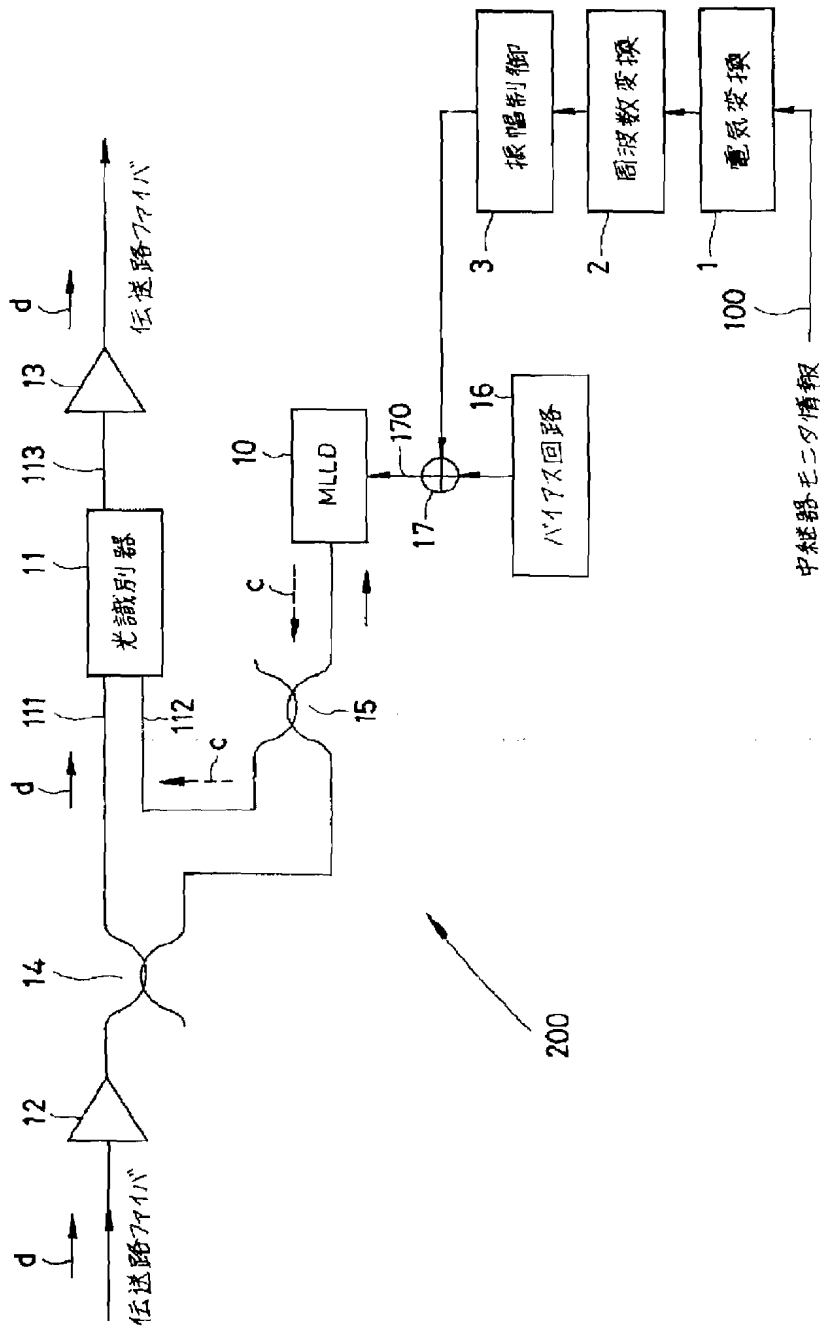
【符号の説明】

- 1 電気変換部
- 2 周波数変換部
- 3 振幅制御部
- 10 MLLD
- 11 光識別器

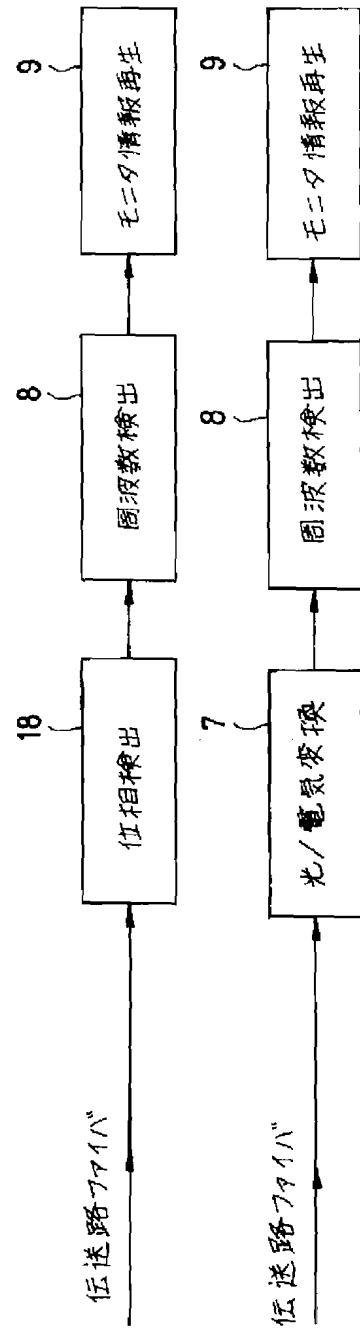
12、13 光アンプ  
14、15 光カプラ

16 バイアス回路

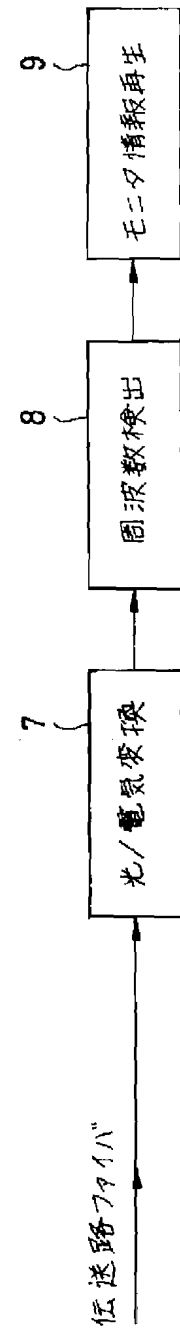
【図1】



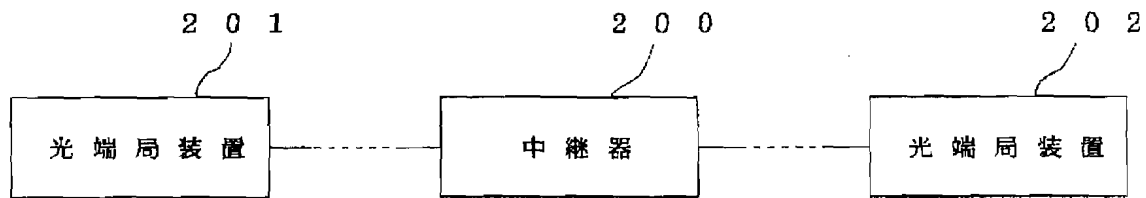
【図8】



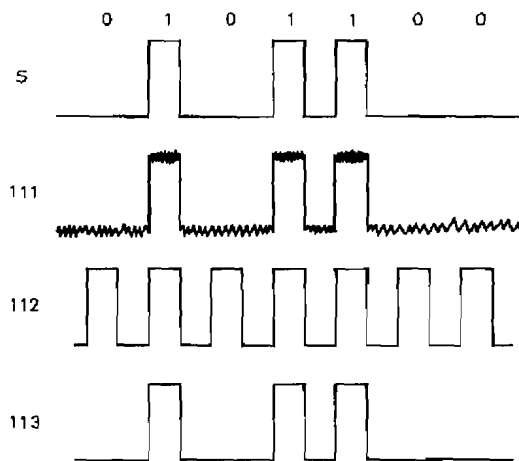
【図11】



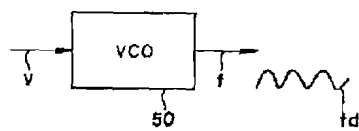
【図2】



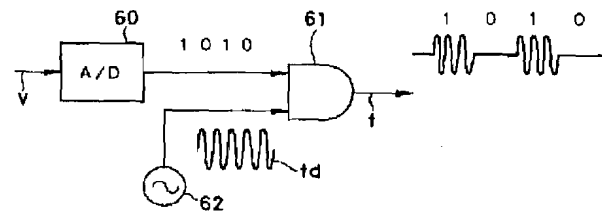
【図3】



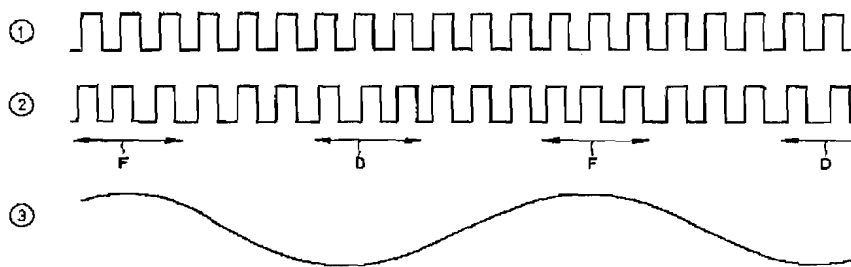
【図6】



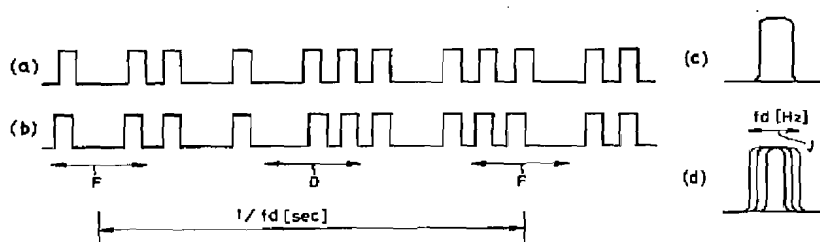
【図7】



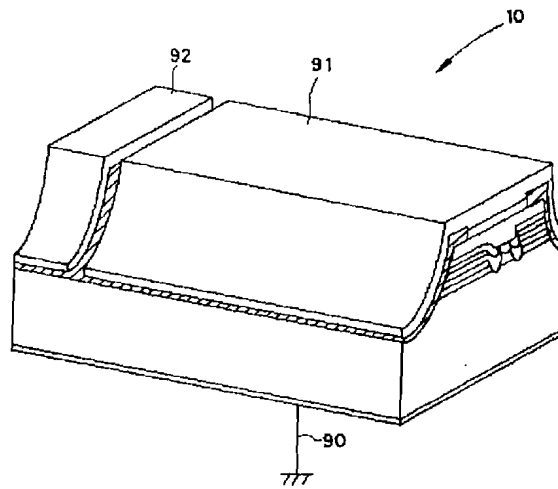
【図4】



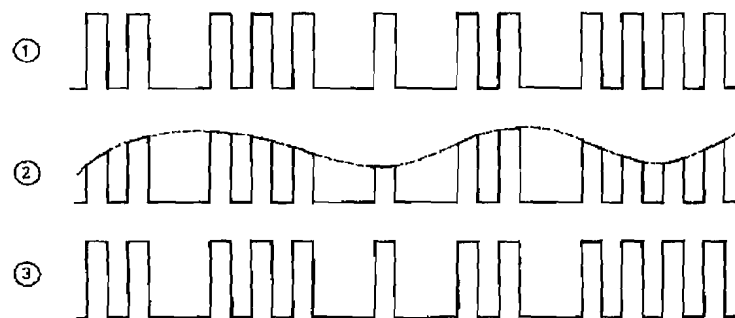
【図5】



【図 9】



【図 12】





【図 10】

